

# 高知大学

平成 26 年度 入学試験問題(前期日程)

## 理 科

(生 物)

教育学部(学校教育教員養成課程, 生涯教育課程生活環境コース)

理 学 部(理学科・応用理学科)

医 学 部(医学科)

問題冊子 問題…… I ~ IV ページ…… 1 ~ 8

解答用紙…… 8 枚

下書用紙…… 1 枚

教育学部：試験時間は 90 分，配点は表示の 1.25 倍とする。

理 学 部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

医 学 部：試験時間は 120 分(2 科目解答)，配点は表示のとおり。

### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで，この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に，問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせること。
3. 各解答用紙に受験番号を記入すること。  
なお，解答用紙には，必要事項以外は記入しないこと。
4. 解答は，必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。マス目の解答欄に記入する場合は，句読点，カッコ等には 1 字分をあてること。また，ローマ字(英語)や数字は 1 マスに 2 文字まで入れられる。「白紙」のページには，記入しないこと。
5. 解答用紙の各ページは，切り離さないこと。
6. 配付された解答用紙は，持ち帰らないこと。
7. 試験終了後，問題冊子，下書用紙は持ち帰ること。
8. 試験終了後，指示があるまでは退室しないこと。

I 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

生物の体内で物質が<sup>(a)</sup>化学反応によって変化していくことを代謝という。代謝は、エネルギーを用いて化学的により簡単な物質から複雑な物質を合成する(ア)の過程と、複雑な物質を簡単な物質に分解してエネルギーを取り出す(イ)の過程とに大別される。これらの過程では、ATPがエネルギーの貯蔵と供給の役割を果たしている。ATPは、核酸を構成する塩基の1つである(ウ)と糖の一種である(エ)が結合した(オ)に、3つのリン酸が直列に結合した化合物で、<sup>(b)</sup>リン酸どうしの結合が切れると多量のエネルギーを放出する。

細胞内で酸素を利用して、呼吸基質であるグルコースを水と二酸化炭素にまで分解し、ATPを生成するはたらきを<sup>(c)</sup>好気呼吸という。好気呼吸の過程は解糖系、(カ)、(キ)の3つに大別される。解糖系では1分子のグルコースが細胞質基質で2分子のピルビン酸に分解される。解糖系で生じたピルビン酸はミトコンドリア内に取り込まれ、ミトコンドリアのマトリックスに存在する酵素群のはたらきによって脱水素反応や脱炭酸反応が起こり、 $C_2$ 化合物に変えられて(カ)に入り、二酸化炭素と水素[H]に完全に分解される。これまでの反応でグルコースから放出された水素[H]はミトコンドリアの内膜にある(キ)に運ばれ、最終的には酸素と結合して水になる。

問1 文中の(ア)～(キ)に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部(a)の化学反応は、酵素と呼ばれるタンパク質によって触媒されている。酵素に関連した以下の問いに答えよ。

- (1) タンパク質を構成するアミノ酸どうしは、一方のアミノ基と他方のカルボキシル基とから1分子の水が取り去られて結合する。この結合を何というか答えよ。
- (2) 一般に特定の酵素は特定の物質にだけ作用する。この性質を何というか答えよ。
- (3) 酵素の反応速度は温度の上昇と共に大きくなるが、最適温度を越えると反応速度はしだいに小さくなる。高温で酵素の反応速度が低下する理由を50字以内で答えよ。
- (4) 酵素の中には、本体のタンパク質以外に有機化合物や金属などの補助因子が結合してはじめて活性をもつものがある。これらの補助因子のうち、特に酵素から離れやすい低分子の有機化合物を何というか答えよ。

問3 下線部(b)の結合のことを何というか答えよ。

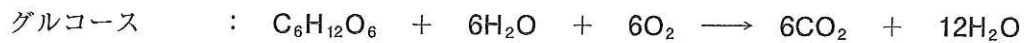
問4 下線部(c)とは異なり、菌類や細菌類ではグルコースからピルビン酸を経てさらに別の物質に変換する嫌気呼吸がおこなわれる。この嫌気呼吸の種類を2つあげよ。

問 5 以下の文中の  $x$ ,  $y$ ,  $z$  にあてはまる数字を答えよ。

解糖系ではグルコース 1 分子につき  $x$  分子の ATP を生じるが、はじめに  $y$  分子の ATP を消費するので、生成される ATP は差し引き  $z$  分子である。

問 6 呼吸基質に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 呼吸商の値は呼吸基質の種類によって異なることが知られている。呼吸基質として炭水化物のグルコース、脂肪のトリステアリンを呼吸によって分解したときの反応式は以下のようになる。それぞれの反応式から各呼吸基質の呼吸商を計算せよ。ただし、小数第 2 位を四捨五入せよ。



- (2) アミノ酸が呼吸基質として利用されると、炭水化物や脂肪が呼吸基質として利用された場合にはみられない有害な物質が生じる。この物質の名称を答えよ。
- (3) ヒトでは、(2)の有害な物質がどのようにして体外に排出されるか、70 字以内で答えよ。

問 7 文中の (カ) ではたらく酵素の 1 つであるコハク酸脱水素酵素はコハク酸からフマル酸への反応を触媒する。コハク酸とよく似た構造のマロン酸の存在下では、コハク酸脱水素酵素によるフマル酸の生成反応が阻害されるが、コハク酸の濃度を高くするとマロン酸による反応の阻害効果は低下する。マロン酸によってコハク酸脱水素酵素の反応が阻害される理由を 60 字以内で答えよ。

II 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

私たちヒトが食事をとると、食物に含まれる炭水化物の多くは消化されてグルコースとなり、小腸から吸収される。血液に溶け込んだグルコースを血糖と呼ぶ。血糖量は食事の後、急激に増加する。<sup>(a)</sup>もしこの状態がそのまま続くと、(ア)にある(イ)でこしとられたグルコースを原尿から全て回収(再吸収)できず、尿にグルコースが混入してしまう。しかし正常な人体においては、血糖量が食後に増加すると、これが(ウ)のランゲルハンス島における(エ)に直接作用して(オ)を分泌させる。同時に、高血糖が間脳の視床下部でも感受された後、副交感神経が刺激される。刺激された副交感神経が同じく(エ)に作用して(オ)の分泌を促す。(オ)は血流によって全身に運ばれ、主に骨格筋や(カ)の細胞に作用して、グルコースの消費を促すとともに、(キ)の合成を促進し、結果的に血糖量は減少する。

一方、長時間の欠食などで血糖量が異常に減少すると、低血糖が直接ランゲルハンス島の(ク)に作用して(ケ)の分泌を促す。さらに、低血糖は間脳の視床下部でも感受された結果、交感神経が刺激を受ける。刺激を受けた交感神経が同じく(ク)に作用して(ケ)の分泌を促す。(ケ)は(カ)での(キ)の分解を促し、血糖量を増加させる。低血糖によって刺激を受けた交感神経は(コ)にも作用し、(サ)の分泌を促し、(ケ)と同じはたらきによって血糖量を増加させる。また、低血糖は間脳の視床下部に作用し、その情報は脳下垂体前葉を経由して副腎皮質に伝えられ、糖質コルチコイドを分泌させる。糖質コルチコイドは組織でのタンパク質の糖化を促し、血糖量が増える。

<sup>(b)</sup>これらのしくみによって、血糖量は血しょう 100 mlあたり、約 100 mg の濃度に保たれている。

問 1 文中の(ア)～(サ)に入る適切な語句を答えよ。

問 2 下線部(a)に関連して、血糖量が異常に多い状態が日常的となる病気の名前を答えよ。

問 3 下線部(b)のように、外界の変化に対して体内の状態を一定の範囲内に保とうとする生理的機能を何と呼ぶか、答えよ。

問 4 外界の温度が高くなったとき、体温を一定の範囲内に保とうとする体の応答について 100 字以内で述べよ。

問 5 運動をして体内の水分が減少すると、血液の浸透圧が異常に高くなる。このとき、浸透圧を一定の範囲内に保とうとする体の応答について 150 字以内で答えよ。

Ⅲ 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

地球上には、熱帯から寒帯、山から海まで多様な環境にさまざまな生物が生存しており、その個体数は種によって異なる。これらの生物を集団としてみると、ある一定の地域に生活する同種個体の集まりを(ア)と呼ぶ。(a)生物は同種個体だけでなく、異種の個体ともさまざまな関係をもちながら生活している。一定地域内でたがいに関係をもちながら生活する生物の集まりをひとくくりにして(イ)と呼ぶ。(b)生物は、それを取り巻く大気や土壌などの無機的环境とも密接な関係をもっている。一定地域内に生活する(イ)と無機的环境とを1つのまとまりとしてとらえたものを(ウ)と呼ぶ。

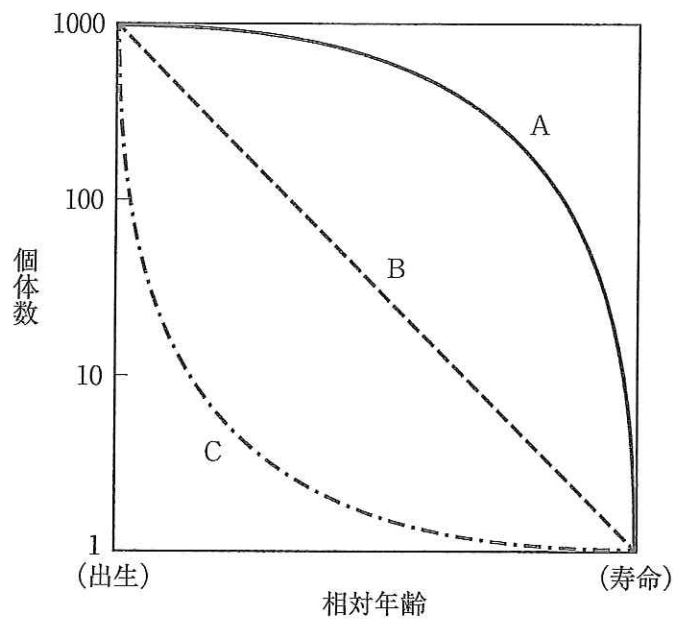


図 1

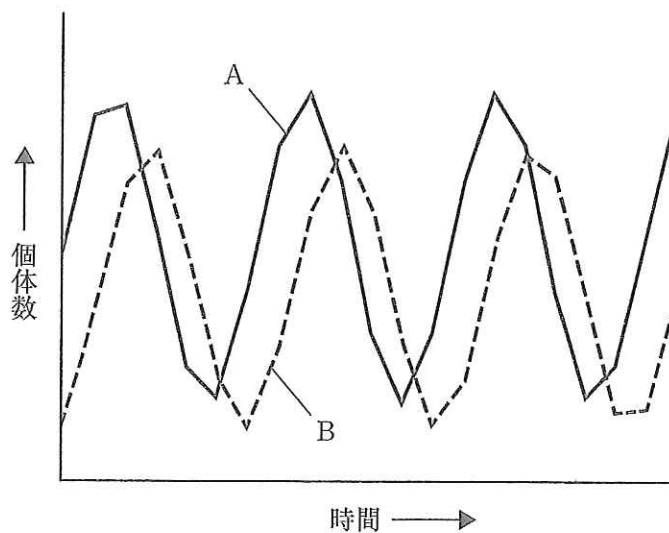


図 2

問 1 文中の ( ア ) ~ ( ウ ) に入る適切な語句を答えよ。

問 2 図 1 に示したような、同時期に生まれた卵や子が成長するにつれてどれだけ生き残るかを示したグラフを何というか。

問 3 図 1 に示した曲線 A ~ C の特徴を説明したものを、それぞれ以下の (あ) ~ (う) から 1 つ選んで記号で答えよ。

- (あ) 一生にわたって、死亡率がほぼ一定
- (い) 幼齢時の死亡率が低く、死亡が老齢期に集中
- (う) 幼齢時の死亡率が高い

問 4 図 1 に示した曲線 A ~ C は、どのような生物に相当するか、それぞれ典型的なものを以下の (あ) ~ (う) から 1 つ選んで記号で答えよ。

- (あ) シンヤモ
- (い) ヒト
- (う) シジユウカラ

問 5 大腸菌は最適な培養条件のもとでは、20分に1回分裂して増殖する。このような条件で培養すると、はじめは1だった個体数が、20分後には2、40分後には4、60分後には8、80分後には16となる。最適な培養条件がこのまま続くとすれば、個体数が100万を超えるのは何分後か。

問 6 自然条件下では、個体数が増加するにあたって最適な条件が無限に続くわけではない。実際には、個体数が増えるにしたがって密度効果により増加速度がにぶり、個体数はやがて一定になる。密度効果の例を1つあげ、20字以内で答えよ。

問 7 下線部 (a) について、生物どうしがたがいに影響を与えあうことを何というか。

問 8 異種の生物どうしの関係の1つとして、食う食われるの関係がある。食う側と食われる側をそれぞれ何というか。

問 9 図 2 は、食う側と食われる側の個体数の変化を模式的に表したグラフである。曲線 A と B のうち、どちらが食う側か、記号で答えよ。

問10 問9でそのように判断した理由を30字以内で答えよ。

問11 下線部(b)について、無機的環境が生物に影響を与えることを作用、逆に生物が無機的環境に影響を与えることを反作用と呼ぶ。森林を構成する樹木は光合成をおこない成長するが、それには無機的環境からの作用として光や温度の影響を受ける。この反作用として考えられる例を3つあげよ。

IV 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

地球が誕生した約46億年前から現在まで、地球の大気を構成する気体の組成比は大きく変化してきた。なかでも大気に含まれる「ある気体」の濃度変化は、生物の進化と強く関連していると考えられている。

地球上に最初に誕生した生物は(ア)であったと考えられ、その後<sup>(a)</sup>「ある気体」を放出する生物が出現し、さらに<sup>(b)</sup>「ある気体」を利用する生物も出現した。このような進化の初期に出現した生物は、核や細胞小器官をもたない(イ)であった。その後、核や細胞小器官をもった(ウ)が出現した。

「ある気体」は現在より20億年ほど前から増加しはじめた。この結果、<sup>(c)</sup>生物が陸上で生存するうえでの障害が軽減され、まず<sup>(d)</sup>植物が陸上に進出したと考えられている。現在知られている最古の陸上植物の化石は、イングランドの約4億1000万年前の地層から発見された(エ)である。この仲間は根や葉はなく茎だけで、枝分かれした茎の先に<sup>(e)</sup>胞子のうをつけた形をしていた。その後、<sup>(f)</sup>古生マツバラン類が出現した。

問1 文中の(ア)に入る適切な生物を以下の(あ)～(え)から1つ選んで記号で答えよ。

- (あ) 嫌気性の独立栄養生物      (い) 嫌気性の従属栄養生物  
(う) 好気性の独立栄養生物      (え) 好気性の従属栄養生物

問2 文中の(イ)と(ウ)に入る適切な語句を答えよ。

問3 下線部(a)の生物と同じグループに所属する生物は現在も観察できる。その生物名を以下の(あ)～(お)から1つ選んで記号で答えよ。

- (あ) アゾトバクター      (い) シヤジクモ      (う) 大腸菌      (え) ミドリムシ  
(お) ユレモ

問4 下線部(b)の生物は、他の生物の細胞内に取り込まれることで共生関係をもち、やがて細胞小器官になったと考えられている。その細胞小器官名を答えよ。また、このような共生過程の証拠を2つ、それぞれ20字以内で答えよ。

問5 下線部(c)から考えられる「ある気体」の名称を答えよ。また、この気体の濃度変化によって陸上に生物が進出できるようになった理由を50字以内で答えよ。



問 6 下線部(d)の最初に陸上へ進出した植物は現在見られるどの植物に近いか。以下の(あ)～(お)から1つ選んで記号で答えよ。

(あ) アオサ      (い) クロレラ      (う) シヤジクモ      (え) ゼニゴケ      (お) ワカメ

問 7 文中の(エ)に当てはまる植物名を以下の(あ)～(お)から1つ選んで記号で答えよ。

(あ) クックソニア      (い) スギナ      (う) リニア      (え) リンボク      (お) ロボク

問 8 下線部(e)の胞子のうでは減数分裂がおこなわれていたと考えられている。このことから文中の(エ)の植物はどのような生活環であったと想定できるか。以下の用語をすべて用いて150字以内で説明せよ。

胞子のう      減数分裂      未知の配偶体      胞子体      造卵器      造精器

問 9 下線部(f)の古生マツバラン類はどのような特徴をもっていたと考えられるか。以下の(あ)～(き)から2つ選んで記号で答えよ。

- (あ) 根や葉をもっていた。
- (い) 維管束をもっていた。
- (う) 高さ数十メートルに達する巨大な姿をしていた。
- (え) 気孔をもっていた。
- (お) 種子を形成した。
- (か) 原始的な花をもっていた。
- (き) 胞子体は枝分かれせず、先端に1つの胞子のうをもっていた。